中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 44(3)：258～278 (1995)

不同海拔與採收期對本省柴胡性狀、產量與成分之影響[1]

劉新裕[2]　王昭月[3]　劉慧瑛[4]　宋麗梅[2]

摘要：不同海拔（85、550及850m）對於兩種省產柴胡之株高、葉重、根長、根徑及根重之影響很大，較高海拔（850m）對於柴胡葉重及根長之生育較爲有利，較低海拔（85m）對株高、根徑及根重之生長促進效果較佳，惟其田間存活率較低。兩種柴胡於不同採收期（定植後3月、6月及10月）之性狀與收量之表現有很大差異，除了株高及根重外，皆以六月生者較佳。由兩種柴胡品種間性狀與產量之比較結果可知，臺農1號之株重、莖徑、莖重、葉寬及葉重之表現，較高氏柴胡爲佳，高氏柴胡在分蘗數、根徑及根重之表現則較優於臺農1號。由成分分析之比較結果可知，不論品種、海拔、採收期與部位，柴胡皆含相當量之粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維、灰分、可溶性無氮物、主要與微量礦物質及或多或少之維生素。兩種柴胡根部 saikosaponin 之平均總含量以高氏柴胡略高於臺農1號；不同海拔或採收期中，以六月生或較低海拔者較佳。

關鍵詞：柴胡品種、海拔、採收期、有效成分。

近年來經由醫藥研究單位之證實，有些生藥及其製劑，如柴胡等，具有顯著增強免疫及調整體質之作用[4]。柴胡係我國傳統醫藥中極爲重要的肝膽疾病常用生藥[1,2]，自古即列爲「神農本草經」上品藥用植物，能解熱、解毒、消炎、鎭靜、安神及改善肝實質機能，亦具抗過敏、抗炎症、誘生 Interferon[4] 及抗潰瘍[24,25]等作用，爲「傷寒論」少陽病之主藥[8,13]，亦爲最受重用之生藥材料之一。含柴胡之製劑如小柴胡湯等，在臨床上常有令人耀眼的治病或保健功效。本省素來對於柴胡之需要量極大，每年須自香港進口大量的北柴胡。

柴胡爲繖形科（*Umbelliferae*）柴胡屬（*Bupleurum* L.）之草本植物，同屬植物約有100種以上，分佈於北半球。由於柴胡種類繁多，品種複雜，來自不同基源之有效成分含量之差異甚大，影響其藥效及藥理作用亦鉅，如何選取正確之柴胡品種，應爲所有相關研究之首要步驟。目前在本省被利用之柴胡品種有三種，進口之柴胡以北柴胡（*Bupleurum chinense* DC.）爲主，省產柴胡以由本所自日本引進並選育之三島柴胡臺農1號（*B. falcatum* L. cv. Tainung No.1），以及由高木村先生等人共同發現命名之臺灣特有種高氏柴胡（*B. kaoi* Liu Chao et Chuang）爲代表。國內醫藥單位已經證實，省產三島柴胡及高氏柴胡之品質優異，根軟氣香，其保肝等藥理效用遠較北柴胡爲佳[3,4]，值得重視及大量開發利用。

野生的高氏柴胡分佈於本省北及中部，原本即甚稀少，近來經人採集，更屬少見，屬於多年生草

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1798號。
2. 本所農藝系研究員、約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原室助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
4. 本所農化系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本，一般株高40～90cm，全株光滑無毛。根生葉長橢圓披針形，先端銳尖，莖生葉多數，倒披針形。花黃色，小花梗長1～3cm，果實橢圓形，長2～3mm，直徑1.0～1.5mm。三島柴胡臺農1號之植株生育強健，一年生株高可達100cm，莖直立質堅，葉互生，植株下半部葉形較大，葉長約15cm，寬約1.5cm，花為複繖形花序，果實為分裂果，種子長橢圓形，千粒重1.23～1.68g。由本所歷年在各地區試驗所得根產量之綜合結果可知，栽培於中高海拔山坡地一年生之臺農1號根產量可達1,000kg/ha 以上；平地一年生產量可達600kg/ha，一年半生為1,168kg/ha。其根中 saponin 之平均含量為2.75%，變域為1.05～7.43%[10,11]。

由於柴胡屬植物之種類繁多，產量與品質之差異很大，正確基原植物之選定，對於柴胡資源之開發與利用具有重大之影響作用。依據文獻及本所之初步觀察結果可知，高氏柴胡與三島柴胡臺農1號的區別主要有下列數點：在染色體數方面，三島柴胡臺農1號之染色體數為 2n＝16，其另一變種狹葉柴胡（var. *scorzoneraefolium*）之染色體數亦為16，而高氏柴胡則為12[6]；在種子發芽及初期生長特性方面，高氏柴胡之發芽率稍高，分蘗能力很旺盛，且耐旱能力亦較優；在品質及藥效方面，依據高雄醫學院以大白鼠進行柴胡品種之肝炎控制試驗之結果可知，高氏柴胡之品質及藥效都較北柴胡及三島柴胡有過之而無不及[3,14,26]。有關此二品種其他之比較文獻則尚闕如。

本研究之主要目的在深入探討這兩種省產柴胡之種子發芽特性與田間成活情形，及不同海拔與採收期對於柴胡植株地上部位及地下根部性狀與產量之影響，以及一般營養成分與藥效成分等方面之差異，同時評估此二種柴胡之最佳採收時期、最佳種植地點及擴大植株利用部位之可行性，供為適時與適地生產柴胡之參考。

材料與方法

一、試驗材料：三島柴胡臺農1號及高氏柴胡之種子與種苗。於1991年底取兩種柴胡之新鮮種子，以自來水流浸2天，之後於本所溫室進行播種育苗。定植苗齡為播種後80天，種苗株高約8～10cm。

二、試驗方法

(一)兩種柴胡種子之發芽比較：

種子發芽研究以三島柴胡臺農1號及高氏柴胡之新鮮種子為材料，進行下列三項試驗，四重複，每重複之種子數為100粒。

1. 發芽適溫探討：於不同溫度之恆溫箱中（10，15，20，25，30°C），比較兩種省產柴胡種子發芽之最適、最高及最低溫度。
2. 低溫層育（cold stratification）對柴胡發芽之影響：將種子置於含有飽和水分之濾紙上，於0～4°C之冰箱中靜置8星期，之後取出放於15°C恆溫箱中進行發芽，以探討低溫層育處理對兩種柴胡種子發芽之影響，對照組為未經層育處理者。
3. 流水浸種對柴胡發芽之影響：將柴胡種子置於網袋內，以自來水流浸2天，之後取出，放於16°C恆溫箱中進行發芽，觀察浸水處理對柴胡種子發芽之影響。

(二)不同海拔及採收期對兩種柴胡性狀及產量之影響：

不同海拔包括位於平地之本所農場（TARI，海拔85m）、東勢山坡地（Tungshih，代號 TS，550m）及信義鄉本所羅娜種原保存圃（Lona, 850m）。三處試區定植之種苗數每品種各為1,000株，其中200株另區定植，供測田間初期成活率及其後之缺株率用。田間設計為RCBD，4重複，定植行株距為30×30cm，小區面積 18m²。於細整地時混施甘雨特肥（其組成主為45%之雞糞，及發酵過之鋸木屑、蚵殼粉與苦土石灰等），施用量為0.1ha 1,000kg；試驗進行期間每30天施追肥一次，追肥種類及用量為臺肥5號複合肥料（16—8—12），每株

10g 量；並依田間需要，進行除草與病蟲害防治工作。定植後3、6及10個月每品種每重複隨機取樣20株，進行下列性狀與收量之調查（括號內英文字爲其簡稱代號）：田間成活率、株高（TOP）、株重（PWT）、分蘗數（TIL）、莖徑（SDIA）、莖枝重（SWT）、葉長（LLN）、葉寬（LWI）、葉重（LWT）、根長（RLN）、根徑（RDIA）、根重（RWT）及花與果實重量（FF）。

本試驗之定植時間爲1992年三月，試驗終止於1993年元月。

㈢柴胡之成分分析：

1. 一般成分分析[15]：

(1)水分：精秤 1.0g 柴胡粉末樣本，以105°C 8 小時烘乾材料，以前後重量之差異，計算其水分含量。

(2)粗蛋白質：精秤 0.5g 粉末樣本，以 Semi-micro Kjeldahl 方法測出氮含量（N%），以 N%×6.25 表示。

(3)粗脂肪：精秤 1.0g 粉末樣本，利用 Soxhlet 裝置，以石油醚萃取測定。

(4)粗纖維：精秤 1.0g 粉末樣本，以 A.O.A.C 方法測定。

(5)灰分：精秤 1.0g 粉末樣本，以 600°C 灰化法測定。

(6)可溶性無氮物（NFE)＝100%－(水分%＋粗蛋白質%＋粗脂肪%＋粗纖維%＋灰分%)

2. 重要元素分析：

精稱 0.5g 樣本，於分解瓶中加入 1ml 過氯酸及 5ml 硝酸，浸漬過夜，經加熱後，使其慢慢分解至白煙出現並呈澄清狀，稍冷後加入 3N HCl 5ml 並加熱 5 分鐘，以 ICP 及 Flame Photometer 測定 P、Ca、Mg、Fe、Mn、Cu、Zn、Ni、Co、S、K、Ge 及 B 等元素之含量。ICP 爲 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometer 之簡稱。

3. 維生素含量測定[23]：

(1)carotene：精稱 2.0g 樣本，以丙酮抽出色素後，依 Methods of Vitamin Assay 測定 β-carotene 之含量。

(2)維他命C：精稱 2.0g 樣本，依 A.O.A.C 方法中之 2,4-dichlorphenol indophenol 滴定法測定。

(3)維他命 B_1、B_2 及 Niacin：精稱 1.0g 樣本，加入 10ml 0.1N HCl，在沸水浴中煮30分鐘，再置入殺菌釜中經121°C30分鐘處理，俟冷卻後加入約 1ml 之 2N 醋酸鈉溶液，再加 0.1g Takadiastase 酵素，混合後在37～40°C 放置一夜；加水稀釋後以濾紙過濾，並定量至 50ml，濾液再以 0.45mμ 之玻璃棉濾紙過濾，然後直接注入高效液相層析儀（HPLC）中分析之。HPLC 之分析條件爲 Hitachi L-6000pump, L-4000 UV detector 及 D-2500 積分儀（Chromatointegrator）；column 爲 Spherisorb S5 ODS2 4×250mm 及 C18 guard column；oven 溫度爲 40°C；吸光波長爲280nm；移動相爲 25% methanol、3mM Sodium 1-Hexanesulfonate 及 0.8% acetic acid 之水溶液；流速0.75 ml/min；壓力爲 90kgf/cm²。

4. 藥效成份分析法[14,26]：

先將柴胡乾燥根磨成約 60mesh 大小之粉末，於 40°C 下烘乾 4 小時，精細秤重 5g，三重複。以 100ml 的甲醇於 70°C 水浴中迴流萃取 1 小時，以脫脂棉過濾，所收集之濾液利用減壓濃縮儀濃縮至乾，即爲甲醇抽出物。經加入10ml 甲醇配成點樣溶液，以微量毛細管（micropipetten, 1—5μl）點注標準品（saikosaponin a、c 及 d）及樣品於 Merck

5557 (Kieselgel F_{254}) 之 TLC 板上，進行薄層色層分析，展開液爲 8 EtOAc：2 EtOH：1 H_2O，分離出 saikosaponin c、a 及d後，在 105°C 以15%的濃硫酸均勻噴霧，經加熱3分鐘促使呈色，再利用掃描積分儀 (CAMAG TLC Scanner II, V3.04型) 掃描：燈源爲 deuterium，波長設定爲 366nm，掃描速率爲 0.5mm/s, mode absorbance 及 reflection, sens 170, span 7, offset 5%, slit width 6。之後即可與標準曲線對照，並換算出樣品 saikosaponin c、a 及 d 之含量。

(四)上述各項試驗所得數據，均經變方分析，並以 LSD Test 分析處理間之差異顯著性。

結　果

一、栽培試區之氣象與土質資料

本研究主要之田間試驗起自1992年三月，止於1993年元月，在本所前後將近11個月之氣象資料列於表1a。由1992年三月之 19.8°C 起，溫度即逐漸上升，至七月爲最高溫，達 27.8°C，溫度自10月起下降頗大，至1993年元月時達最低溫之15.1°C。此期間柴胡所歷經之平均溫度爲 22.7°C。就相對濕度而言，在試驗期間大抵皆在83—89%之間。就日射量而言，1992年12月及1993年元月正值低溫期之日射量在8.4—9.8 (M.J./m²/day) 之間，1992年七月之高溫期達15.3 (M.J./m²/day)，其餘期間介於10.0—13.9之間。降雨量在此試驗期間皆不多，只1992年七月及八月接近或大於 10mm，餘皆甚低，1992年10至11月間則全不降雨。其他二處試區東勢及羅娜並無當地之氣象資料可供比較，惟取用鄰近地區之氣象資料供作參考，東勢之鄰區爲新社，羅娜爲和社。新社與和社之溫度變化趨勢與本所類似，惟新社之高溫期爲1992年七月及八月，平均月溫同爲26.3°C，低溫期爲1993年元月之13.4°C；和社之高溫期爲1992年八月之25.3°C，低溫期爲1993年元月之14.8°C，此二地區於試驗期間之平均溫度依次各爲21.6及20.3°C，皆較本所爲低。就降雨量而言，新社於1992年四月、七月及八月皆有120mm 以上之降水記錄，和社於1992年四月及八月分別有113.3及 172.7mm 之雨量，兩地自1992年10月份起之降雨量雖驟降，但仍較本所爲高。於此試驗期間，新社之降雨量略高於和社，兩地又較本所爲高 (表1b)。此外，就土質而言，本所試區爲壤土，東勢及羅娜試區爲砂質壤土。

表 1a. 1992及1993年本所氣象資料調查值[z]

Table 1a. The variation of climate at TARI during 1992 and 1993

Month	Temp. (°C)		Rel. humidity (%)		Light intensity (M.J./m²/day)		Precipitation (mm)	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
1	15.32	15.05	85.35	85.67	8.79	9.84	0.92	0.45
2	15.39	17.68	86.67	83.92	8.32	11.95	5.09	0.03
3	19.81	19.13	84.81	86.29	10.00	10.98	4.39	3.92
4	22.08	22.04	86.66	91.56	10.16	11.25	8.95	3.88
5	23.98	25.37	85.83	90.85	11.84	14.65	3.45	12.34
6	26.81	27.25	84.30	84.71	13.85	14.16	5.20	11.03
7	27.80	28.70	85.00	80.60	15.32	16.58	10.20	4.05
8	26.90	28.10	89.10	85.00	13.80	16.50	16.95	4.20
9	26.90	26.70	87.10	80.50	12.02	14.17	5.60	1.58
10	22.66	23.81	83.20	77.46	12.58	12.87	0	3.59
11	19.50	21.69	85.30	84.62	10.05	8.67	0	1.08
12	18.53	17.60	85.45	77.30	8.43	8.85	0.13	0.20

[z]Source: Weather station at TARI.

表 1b. 新社及和社兩地區之氣象資料調查值 (1992～1993)[z]

Table 1b. The variation of climate at Sin-She and Ho-She during 1992 and 1993

Month	Sin-She				Ho-She			
	1992		1993		1992		1993	
	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Temp. (°C)	Prec. (mm)
1	14.1	10.4	13.4	10.7	13.2	24.30	14.8	19.8
2	14.4	64.5	15.7	4.8	14.7	79.20	18.9	0
3	19.5	73.0	17.4	60.7	17.7	36.50	18.7	32.2
4	21.5	120.0	20.7	30.4	18.8	113.30	19.8	44.0
5	23.1	67.7	24.0	54.6	20.2	36.00	21.6	66.0
6	25.4	67.0	26.9	20.5	22.2	60.50	25.5	30.8
7	26.3	132.9	27.2	17.6	24.7	7.30	25.2	49.0
8	26.3	123.3	26.6	63.0	25.3	172.70	25.6	26.5
9	25.2	54.3	25.4	10.5	23.2	43.30	24.3	29.5
10	21.5	0	22.7	0	21.2	0	21.9	9.8
11	18.1	0	21.2	11.3	17.2	1.25	20.6	16.0
12	17.3	3.7	17.4	3.5	17.9	6.20	17.4	7.5

[z]Source: Central Weather Bereau.

二、種子發芽率與田間缺株率之比較

臺農１號種子之千粒重爲 1.336g，較高氏柴胡之 1.108g 爲重。於不同溫度之恆溫箱中 (10、15、20、25及30°C) ，比較兩種柴胡種子之發芽溫度，由試驗結果得知，兩種柴胡之較佳發芽溫度範圍介於 15～20°C 之間，適溫爲 16°C，最高溫限爲 25°C，最低溫限爲 10°C。在恆溫 16°C 時，未經處理之臺農１號之發芽率爲47.2%，顯著低於高氏柴胡之57.4%；在 15°C 時，兩種柴胡之發芽率偏低，介於20.4～21.6%間，差異不明顯。低溫層育對柴胡之發芽有促進作用，種子先經0～4°C (冰箱中) 層育八星期，之後於 15°C 恆溫箱中進行發芽，臺農１號之發芽率提升爲70.5%，顯著高於高氏柴胡之56.2%；浸水處理可明顯促進兩種柴胡之發芽率，浸水48小時後於 16°C 恆溫箱中進行發芽，高氏柴胡之發芽率爲81.7%，顯著高於臺農１號之67.5% (表2) 。

表 2. 兩種柴胡種子之千粒重及發芽率之比較

Table 2. Comparisons on 1000-seed weight and germinaion rate of two *Bupleurum* species

Species	1000-seed wight (g)	Germination rate (%)			
		CK (15°C)	Pret. 4°C[y] (15°C)	CK (16°C)	Pret. soaking[y] (16°C)
B. falcatum cv.					
Tainung No. 1	1.336 a[z]	20.4 a	70.5 a	47.2 b	67.5 b
B. Kaoi	1.108 a	21.6 a	56.2 b	57.4 a	81.7 a

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% by the LSD test.

[y] Pret. 4°C=Pretreatment of cold stratification at 0～4°C for 8 weeks.
Pret. soaking=Pretreatment of soaking in running water for 48 hours.

兩種柴胡於三處不同海拔之田間存活情形列於表3。臺農1號之存活率隨定植時間遞減，但隨海拔之升高有略佳之存活率；於定植後3、6及10個月之平均存活率依次爲78.6%、72.1%及65.0%，在85m、550m 及 850m 之平均存活率依次爲69.8%、71.7%及74.1%。高氏柴胡田間存活趨勢類似臺農1號，但總平均存活率78.0%較臺農1號之71.9%爲高。

表 3. 兩種柴胡於三處不同海拔田間存活率之比較

Table 3. Comparison on the field survival rates (%) of two *Bupleurum* species species cultivated at three elevations

Location	Elevation	Tainung No. 1				*B. kaoi*			
		3M[z]	6M	10M	Mean	3M	6M	10M	Mean
TARI	85m	77.5	70.7	61.2	69.8	93.3	70.6	65.9	76.6
TS	550m	79.2	71.6	64.3	71.7	93.3	71.4	67.5	77.4
Lona	850m	79.2	73.9	69.4	74.1	81.7	79.3	78.6	79.9
Mean		78.6	72.1	65.0	71.9	89.4	73.8	70.7	78.0

[z]M=months after transplanting.

三、不同海拔及採收期對柴胡農藝性狀與產量之影響

不同海拔及採收期對兩種柴胡農藝性狀與部位收量之變方分析結果列於表4。不同海拔對柴胡株高、葉重、根長、根徑、根重及花與果重均有明顯的影響效果。不同採收期對柴胡株高、株重、莖徑、莖重、葉重、根長、根徑、根重及花與果重之影響，皆達極顯著水準。柴胡品種間之株重、分蘗、莖徑、莖重、葉寬、葉重、根徑及根重之差異，亦達極顯著或顯著水準。不同採收期與不同海拔對株高、葉重、根長、根徑及根重等性狀；不同採收期與不同品種對株高、莖重、葉重、根長、根徑及根重等性狀；以及不同海拔與不同品種對株高，均有明顯交感效應；不同採收期、不同海拔及不同品種三項對柴胡之株高有極顯著之交感效應（表4）。

比較兩種柴胡植株各部位性狀與收量之差異可知，在株高、葉長、根長及花與果重等四種性狀方面，兩種柴胡之差異不明顯；臺農1號在株重、莖徑、莖重、葉寬及葉重等性狀之表現較高氏柴胡爲優；高氏柴胡在分蘗數、根徑及根重等三性狀之表現則較臺農1號爲優。在不同採收期中，柴胡定植三個月後即行採收，除了對分蘗數影響不大外，對其他性狀與收量均有顯著負面影響；定植六個月後採收，柴胡在株重、分蘗數、莖徑、莖重、葉長、葉寬、葉重、根長、根徑及花與果重等10種性狀與收量之表現均佳，只在株高與根重兩項之表現，明顯較10個月採收者較差，但優於三個月採收者；於定植後10個月採收者，在株高及根重之表現最好，但此時柴胡之株重、莖徑、莖重、葉長、葉重與根徑之表現，則不如六個月者。在不同海拔方面，海拔 85m、550m 及 850m 對柴胡株重、分蘗數、莖徑、莖重、葉長、葉寬及花與果實重等七項性狀與收量之影響不大；較高海拔試區（羅娜，850m）對柴胡葉重及根長有顯著促進作用；但較低海拔試區（本所，85m）對柴胡株高、根徑及根重有明顯增進作用（表5）。

表 4. 海拔與採收期對不同柴胡品種農藝性狀與部位收量之變方分析

Table 4. Analysis of variance of agronomic characteristics and harvested amounts of *Bupleurum* spp. subjected to different elevations and harvesting dates

Source	D.F.	Mean squares											
		Plant			Stem		Leaf			Root			Flower & Fruit wt. (g)
		height (cm)	weight (g)	tiller (No.)	diameter (mm)	weight (g)	length (cm)	width (cm)	weight (g)	length (cm)	diameter (mm)	weight (g)	
REP (Location)	9	43.178	359.147	120.036	1.075	171.373	38.891	0.728	39.034	4.514	2.899	2.509	46.076
Harvesting date (H)	2	5,043.837**	48,274.152**	183.869	56.080**	20,178.797**	117.058	0.359	2,346.073**	172.727**	717.022**	322.912**	584.113**
Variety (V)	1	1.386	13,519.709**	978.515**	68.640**	4,375.022**	103.944	3.869*	1,895.125**	0.580	35.084**	41.709**	89.959
Elevation (E)	2	1,336.184**	450.342	147.847	0.602	144.442	4.474	0.239	252.065*	29.371**	80.500**	101.888**	98.238*
H×E	4	392.704**	449.612	109.406	0.462	63.367	4.884	0.257	501.670**	48.409**	8.474*	20.576*	16.663
H×V	2	1,324.172**	2,273.961	169.011	1.814	1,027.863*	12.895	1.854	335.872**	19.172**	27.200**	29.578**	44.181
E×V	2	191.850*	298.106	194.135	0.699	20.554	61.742	1.059	19.283	1.999	2.719	2.942	53.874
H×E×V	4	190.183**	173.228	103.063	0.884	174.757	36.285	0.745	23.129	7.764	0.594	1.715	43.004

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels, respectively.

表 5. 品種、採收期與海拔對柴胡農藝性狀與部位收量之影響

Table 5. Effects of varieties, harvesting dates and elevations on the agronomic characteristics and harvested amounts of *Bupleurum* spp.

Treatment	Plant height (cm)	Plant weight (g)	Plant tiller (No.)	Stem diameter (mm)	Stem weight (g)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf weight (g)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Root weight (g)	Flower & Fruit wt. (g)
Varieth												
Tainung No. 1	62.51a[z]	79.40a	1.43b	6.13a	40.94a	13.71a	1.35a	22.89a	14.66a	10.32b	5.26b	10.30a
B. kaoi	62.24a	51.99b	8.80a	4.17b	25.35b	11.30a	0.89b	12.63b	14.83a	11.71a	6.78a	8.07a
Harvesting dates (Months after transplanting)												
3 month	46.03c	19.76c	1.95a	4.23b	4.66c	11.14b	1.07a	9.66c	11.67b	5.02c	1.94c	3.49c
6 month	67.42b	109.38a	7.08a	6.91a	62.63a	15.05a	1.26a	28.78a	16.55a	15.73a	7.06b	12.16a
10 month	73.68a	67.94b	6.32a	4.31b	32.14b	11.32b	1.03a	14.83b	16.04a	12.29b	9.06a	11.91a
Elevation												
Lona(850m)	57.79b	69.39a	3.57a	5.12a	35.93a	12.61a	1.04a	21.47a	15.99a	10.06b	4.83b	7.13a
TS(550m)	58.35b	60.93a	3.80a	5.01a	31.33a	12.03a	1.09a	15.51b	13.87b	9.86b	4.82b	9.26a
TARI(85m)	70.98a	66.77a	7.98a	5.32a	32.17a	12.87a	1.23a	16.29b	14.39b	13.13a	8.40a	11.17a

[z] Means followed by the same letter within each column of separate treatment are not significantly different at 5% level by LSD test.

在採收期、海拔及品種對兩種省產柴胡性狀與收量之交感效應方面，就單株平均株高而言，下列四種處理組合對株高較有促進作用，其株高介於 73.5～81.1cm 之間，表現較優，此即本所試區兩種柴胡於六個月採收時、臺農 1 號於六個月採收、本所試區之高氏柴胡以及本所試區臺農 1 號於六個月採收者，分別可達80.6cm、75.2cm、73.5cm 及81.1cm；在下列情形則反之，株高只介於 27.8～39.5cm 之間，如羅娜試區柴胡於三個月採收時、臺農 1 號於三個月採收以及羅娜試區臺農 1 號於三個月採收者之株高較低，依次只有 39.5cm、39.0cm 及 27.8cm 而已。

就單株平均分蘗數而言，本所試區柴胡於六個月採收、高氏柴胡於六個月採收、本所試區之高氏柴胡以及本所試區之高氏柴胡於六個月採收之分蘗數較多，其單株之間最多分別可達14.9支、12.8支、14.8支及28.5支，而平均分蘗數則分別可達3.9支、5.5支、7.5支及6.5支；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生台農 1 號、本所試區之臺農 1 號、羅娜與本所試區三個月生臺農 1 號以及東勢試區六個月生臺農 1 號之分蘗數較少，依次只有1.9支、1.3支、1.1支及1.3支而已。

就單株平均莖徑而言，東勢試區柴胡於六個月採收、六月生臺農 1 號、羅娜試區臺農 1 號以及東勢試區六月生臺農 1 號有較粗之莖徑，分別達7.0mm、8.2mm、6.2mm 及 8.6mm；而東勢試區柴胡於三個月採收、10個月生高氏柴胡、東勢試區高氏柴胡以及東勢試區三月生高氏柴胡之莖徑較細，依次只有 3.9mm、3.3mm、4.0mm 及 3.2mm 而已。

就單株平均葉長而言，六個月生臺農 1 號及羅娜試區之臺農 1 號有較大之葉長，分別達 15.5cm 及 15.0cm；而東勢試區柴胡於10個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢試區之高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之葉長較小，依次只有 10.6cm、9.2cm、10.2cm 及 9.1cm 而已。

對單株平均葉寬而言，三個月生臺農 1 號及東勢試區之臺農 1 號有較大的葉寬，分別達 1.6cm 及 1.5cm；而本所試區柴胡於10個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢試區之高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之葉寬較小，依次只有 1.0cm、0.6cm、0.7cm 及 0.5cm 而已。

就單株平均根長而言，羅娜試區柴胡於10個月採收、10個月生高氏柴胡、羅娜試區之高氏柴胡以及羅娜試區10個月生高氏柴胡有較大的根長，分別達 20.2cm、16.9cm、16.4cm 及 21.8cm；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡、東勢地區之高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之根長較短，依次只有 10.6cm、10.8cm、13.8cm 及 10.5cm 而已。

對單株平均根徑而言，本所試區柴胡於六個月採收及本所試區六個月生高氏柴胡有較大之根徑，分別達 18.4mm 及 19.8mm；而東勢試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之根徑較細，分別只有 4.1mm、4.6mm 及 3.6mm 而已（表6）。

表 6. 不同海拔與採收期對兩種柴胡農藝性狀之影響

Table 6. Influence of various elevations and harvesting dates on the agronomic characteristics of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant		Stem Diameter (mm)	Leaf		Root	
		Height (cm)	Tiller (number)		Length (cm)	Width (cm)	Length (cm)	Diameter (mm)
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)								
Tainung NO. 1	Lona	27.83b[z]	1.25b	4.81a	13.95a	1.55a	10.75a	4.94a
B. kaoi	Lona	51.25a	2.45a	3.41b	9.20a	0.58b	10.53a	3.94a
Tainung NO. 1	TS	39.55a	1.28b	4.68a	12.78a	1.48a	11.20a	4.71a
B. kaoi	TS	41.38a	2.45a	3.16b	9.13b	0.53b	10.53a	3.57a
Tainung NO. 1	TARI	49.68b	1.25b	5.28a	12.43a	1.65a	15.68a	6.83a
B. kaoi	TARI	66.50a	3.03a	4.03a	9.35b	0.63b	11.33a	6.17a
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)								
Tainung NO. 1	Lona	68.60a	1.50b	8.39a	17.05a	1.27a	17.38a	12.96a
B. kaoi	Lona	45.58b	4.83a	5.40a	11.58b	0.82b	16.96a	14.93a
Tainung NO. 1	TS	75.99a	1.25b	8.61a	17.35a	1.44a	16.26a	12.25a
B. kaoi	TS	53.10b	5.18a	5.42b	11.75b	0.86b	16.83a	15.84a
Tainung NO. 1	TARI	81.10a	1.25b	7.49a	12.10a	0.89a	15.25a	17.12a
B. kaoi	TARI	80.13a	6.53a	5.48a	7.79a	0.53b	17.35a	19.73a
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)								
Tainung NO. 1	Lona	77.40a	2.66a	5.47a	13.96a	1.23a	18.59a	11.20a
B. kaoi	Lona	77.07a	8.75a	3.23b	9.92b	0.77b	21.75a	12.43a
Tainung NO. 1	TS	68.85a	1.58b	4.87a	11.53a	1.53a	14.25a	10.55a
B. kaoi	TS	71.25a	11.05a	3.34b	9.65b	0.73b	14.15a	12.23a
Tainung NO. 1	TARI	74.63a	0.85b	5.54a	12.22a	1.13a	12.60a	12.32a
B. kaoi	TARI	73.88a	13.03a	3.41b	10.66a	0.80b	14.88a	15.05b

[z] Means followed by the same letter within each column of separate harvesting date and location are not significantly different at 5% level by LSD test.

就單株平均株重而言，羅娜試區柴胡於六個月採收時、臺農 1 號於六個月採收以及羅娜試區臺農 1 號於六個月採收者之株重較大，分別達121.8g、133.8g 及 143.4g；而東勢地區柴胡於三個月採收、高氏柴胡於三個月採收以及羅娜試區高氏柴胡於三個月採收者之株重較小，依次只有 18.2g、14.3 g 及 12.8g 而已。

對單株平均莖重而言，六個月生臺農 1 號及本所試區六個月生臺農 1 號有較大之莖重，分別達

76.5g 及 81.2g；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之莖重較小，依次只有 4.2g、3.8g 及 3.3g 而已。

就單株平均葉重而言，羅娜試區柴胡於六個月採收以及羅娜試區六個月生臺農 1 號有較大之葉重，分別達 42.0g 及 53.4g；而三個月生高氏柴胡以及羅娜試區三個月生高氏柴胡之葉重較輕，依次只有 5.4g 及 4.7g 而已。

就單株平均根重而言，本所試區柴胡於10個月採收及本所試區10個月生高氏柴胡有較大之根重，分別達 11.6g 及13.6g；而東勢試區柴胡於三個月採收、三個月生高氏柴胡以及東勢試區三個月生高氏柴胡之根重較小，依次只有 1.7g、1.5g 及 1.3g 而已。

對單株平均花與果實重而言，本所試區柴胡於六個月採收、10個月生臺農 1 號以及本所試區10個月生臺農 1 號有較大之花與果重，分別達 14.4g、14.3g 及 19.5g；而羅娜試區柴胡於三個月採收、三個月生臺農 1 號以及羅娜試區三個月生臺農 1 號之花與果重較小，依次只有 3.0g、3.2g 及 2.6g 而已（表7）。

表 7. 不同海拔與採收期對兩種柴胡植株部位收量之影響

Table 7. Influence of various elevations and harvesting dates on the fresh weight of each plant part of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant wt.	Stem wt.	Leaf wt.	Root wt.	Flower & Fruit wt.
		(g/fr. wt./plant)				
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	24.31a[z]	5.07a	14.48a	2.17a	2.55a
B. kaoi	Lona	12.78b	3.34a	4.68b	1.29b	3.48a
Tainung NO. 1	TS	23.28a	4.98a	13.50a	2.10a	2.70b
B. kaoi	TS	13.16b	3.60b	4.85b	1.26b	3.93a
Tainung NO. 1	TARI	27.78a	6.47a	13.93a	3.02a	4.38a
B. kaoi	TARI	16.82b	4.50b	6.58b	1.82a	3.93a
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	143.35a	75.00a	53.40a	4.14a	10.78a
B. kaoi	Lona	100.33a	55.91a	30.51a	5.48a	8.39a
Tainung NO. 1	TS	123.03a	73.25a	32.14a	4.53a	12.82a
B. kaoi	TS	83.36a	49.06b	18.16b	5.79a	10.37a
Tainung NO. 1	TARI	134.95a	81.15a	28.14a	9.13a	16.52a
B. kaoi	TARI	119.62a	54.99a	14.01a	13.31a	12.30a
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)						
Tainung NO. 1	Lona	84.63a	51.41a	13.76a	6.56a	12.91a
B. kaoi	Lona	50.93a	24.88a	12.03a	9.36a	4.66a
Tainung NO. 1	TS	65.83a	36.23a	12.90a	6.13b	10.58b
B. kaoi	TS	56.45a	20.85b	11.25a	9.15a	15.20a
Tainung NO. 1	TARI	87.42a	34.89a	23.46a	9.55a	19.52a
B. kaoi	TARI	62.39a	24.60a	15.61a	13.59a	9.59a

[z] Means followed by the same letter within each column of separate harvesting date and location are not significantly different at 5% level by LSD test.

不同海拔及採收期對兩種柴胡植株各部位公頃產量之影響結果列於表8。不同採收期中，兩種柴胡在六個月採收者具有最大的莖部及葉部公頃產量，羅娜試區六個月生臺農 1 號之莖部及葉部產量分別達6.1及 4.3t/ha，高氏柴胡分別達4.9及 2.7t/ha；根部之單株收量雖以10個月採收者較高，但因田間存活率下降，本所試區之根部產量仍以六個月採收者較高，本所試區六個月生臺農 1 號及高氏柴胡之根部產量分別達0.7及 1.0t/ha；花與果產量以及各部位總產量大致仍以六個月較高，在不同海拔中，以羅娜 (850m) 及本所 (85m) 兩試區之結果較佳，羅娜試區臺農 1 號及高氏柴胡之全株總產量最高分別可達11.7及8.7t/ha，惟根部及花與果實之產量則以本所試較佳。就兩種柴胡品種而言，臺農 1 號之全株總產量較高氏柴胡爲高；葉部及莖部之產量亦有相同之趨勢；在根部產量方面，生育初期以臺農 1 號較高，但六個月後則反之，以高氏柴胡之根部產量較高；在花與果實產量方面，則兩種柴胡互有高下 (表8) 。

表 8. 不同海拔及採收期對兩種柴胡植株部位公頃產量之影響

Table 8. Influence of various elevations and harvesting dates on the yield of each plant part of *B.kaoi* and *B. falcatum* cv. Tainung No. 1 cultivated during 1992—1993

Species	Location	Whole plant	Stem	Leaf	Root	Flower & Fruit
		(kg/ha, fr. wt)				
Harvesting after 3 months of transplanting (June. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	2,114	442	1,261	189	222
B. kaoi	Lona	1,150	300	421	116	313
Tainung NO. 1	TS	2,028	434	1,176	183	235
B. kaoi	TS	1,399	369	498	129	403
Tainung NO. 1	TARI	2,370	552	1,188	257	373
B. kaoi	TARI	1,727	462	675	187	403
Harvesting after 6 months of transplanting (Sept. 1992)						
Tainung NO. 1	Lona	11,651	6,097	4,341	337	876
B. kaoi	Lona	8,748	4,877	2,661	478	732
Tainung NO. 1	TS	9,691	5,769	2,555	357	1,010
B. kaoi	TS	6,548	3,583	1,426	455	814
Tainung NO. 1	TARI	10,494	6,311	2,188	710	1,285
B. kaoi	TARI	7,348	4,271	1,088	1,034	955
Harvesting after 10 months of transplanting (Jan. 1993)						
Tainung NO. 1	Lona	6,462	3,925	1,050	501	986
B. kaoi	Lona	4,403	2,151	1,040	809	403
Tainung NO. 1	TS	4,659	2,563	912	436	748
B. kaoi	TS	4,191	1,548	835	679	1,129
Tainung NO. 1	TARI	5,885	2,349	1,579	643	1,314
B. kaoi	TARI	4,595	1,783	1,132	985	695

四、兩種柴胡性狀間之相關分析

依據前述之調查結果，兩種柴胡性狀與收量間之相關分析結果列於表9。柴胡株高愈高時，其株重、莖徑、莖重、根徑、根重及花與果實重將愈大，且根長愈長。柴胡之株重與莖徑、莖重、葉重、根長、根徑、根重及花與果重，有極顯著正相關關係，惟與分蘖數及葉寬呈負相關，但未達顯著水準。分蘖數與葉長、葉寬、根徑及根重之正相關達極顯著水準。除了根重外，莖徑與莖重、葉長、葉寬

、葉重、根長、根徑及花與果重，均達顯著或極顯著正相關關係。莖重與葉重、根長、根徑、根重及花與果重呈極顯著正相關。葉長只與葉寬有極顯著正相關關係。葉重與根長、根徑及花與果重呈顯著或極顯著正相關關係。根長與根徑及根重有極顯著正相關，並與花與果重之正相關呈顯著水準。根徑與根重及花與果重有極顯著正相關關係。根重與花果重正相關關係極顯著。柴胡之生產與利用，若只注重根部時，則於栽培時有關其株高、株重、分蘖數、莖重、根長與根徑等性狀之促進技術似宜加強。

表 9. 柴胡性狀之相關分析

Table 9. Correlation analysis among different characteristics of *Bupleurum* spp.

Item	Plant		Stem		Leaf			Root			Flower & Fruit wt. (FF)
	Wt. (PWT)	Tiller (TIL)	Diam. (SDIA)	Wt. (SWT)	Length (LLN)	Width (LWI)	Wt. (TLWT)	Length (RLE)	Diam. (RDIA)	Wt. (RWT)	
TOP[z]	0.51**	0.19	0.29*	0.50**	0.10	0.01	0.23	0.46**	0.63**	0.60**	0.56**
PWT		−0.17	0.73**	0.97**	0.07	−0.11	0.86**	0.46**	0.69**	0.43**	0.63**
TIL			−0.05	−0.14	0.77**	0.76**	−0.21	0.15	0.31**	0.37**	0.10
SDIA				0.74**	0.38**	0.26*	0.73**	0.25*	0.40**	0.03	0.37**
SWT					0.10	−0.08	0.78**	0.48**	0.68**	0.37**	0.54**
LLN						0.93**	0.16	0.15	0.19	0.13	0.13
LWI							−0.02	0.09	0.08	0.09	0.06
TLWT								0.29*	0.42**	0.17	0.35**
RLE									0.53**	0.44**	0.29*
RDIA										0.77**	0.57**
RWT											0.49**

*,**indicated signifficance at 5% and 1% levels, respectively.

[z] TOP=plant height.

五、兩種柴胡植株一般成分之比較

柴胡樣本先經70°C乾燥48小時後，磨粉並進行一系列之成分分析，其一般成分之比較結果列於表10。

兩種柴胡品種之含水率介於8.9～9.1%之間；不同採收期中以10個月生之含水率明顯較 6 個月生爲高；不同海拔中以較低海拔之含水率略高於較高海拔；植株各部位乾粉之含水率 介於8.23～9.56%之間，以根部較高，莖枝之含水率明顯偏低。

在粗蛋白質含量方面，兩種柴胡品種介於13.9～15.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗蛋白質含量17.3%，明顯較10個月生之15.1%爲高；不同海拔中較低海拔之粗蛋白質含量17.2%，顯著高於較高海拔之11.3%；植株各部位乾粉之粗蛋白質含量介於8.2～18.9%之間，以根部及花與果者較高，葉部次之，莖枝之粗蛋白質含量明顯偏低。

在粗脂肪含量方面，兩種柴胡品種介於7.21～7.28%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗脂肪含量8.12%，較10個月生之7.25%略高；不同海拔中以較低海拔之粗脂肪含量略高於較高海拔；植株各部位乾粉之粗脂肪含量介於3.7～9.7%之間，以花與果及根部較高，葉部次之，莖枝之粗脂肪含量明顯偏低。

表10. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡一般成分之影響

Table 10. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the chemical compositions of *Bupleurum* spp.

Treatment	Moisture	Crude protein	Crude Fat	Fiber	Ash	NFE[y]
	% dry basis					
			Variety			
Tainung NO. 1	9.09a[z]	13.94a	7.21a	20.42a	6.23a	43.11a
B. kaoi	8.93a	15.35a	7.28a	19.72a	6.35a	42.37a
			Harvesting date			
6 month	8.11b	17.28a	8.12a	20.54a	6.31a	39.64a
10 month	10.25a	15.14b	7.25a	19.83a	5.67a	41.86a
			Elevation			
85 m	8.03a	17.18a	7.43a	22.58a	6.03a	38.75a
850 m	7.97a	11.34b	5.65a	21.18a	6.64a	47.22a
			Plant pary			
Leaf	9.13ab	15.42b	7.08b	13.41b	8.26a	46.70a
Stem	8.23b	8.23c	3.66c	35.13a	4.12c	40.63b
Root	9.56a	18.89a	9.35a	14.91b	6.13b	41.16b
Flower & Fruit	9.16ab	16.74ab	9.69a	15.20b	6.83b	42.38b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

[y] NFE: nitrogen free extract.

在粗纖維含量方面，兩種柴胡品種介於19.7～20.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之粗纖維含量較10個月生略高；不同海拔中以較低海拔之粗纖維含量略高於較高海拔；植株各部位之粗纖維含量介於13.4～35.1%之間，以莖枝之粗纖維含量明顯較高，花與果、根部及葉部次之。

在灰分含量方面，兩種柴胡品種介於6.2～6.4%之間；不同採收期中以 6 個月生之灰分含量較10個月生略高；不同海拔中以較高海拔之灰分含量略高於較低海拔；植株各部位之灰分含量介於4.1～8.3%之間，以莖枝之灰分含量4.12%明顯偏低，葉部最高，花與果及根部次之。

無氮抽出物中主要爲碳水化合物，另含少量之有機酸。兩種柴胡品種之無氮抽出物介於42.4～43.1%之間；不同採收期中以10個月生之無氮抽出物含量較 6 個月生略高；不同海拔中以較高海拔者略高於較低海拔；植株各部位之無氮抽出物介於40.6～46.7%之間，以葉部最高，花與果、根部及莖枝次之。

六、兩種柴胡植株主要礦物元素含量之比較

柴胡植株五種主要礦物元素含量比較結果列於表11。

在硫（S）含量方面，兩種柴胡品種介於 232～282mg/100g 之間，臺農 1 號之含硫量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以 6 個月生之硫含量246mg/100g，明顯較10個月生之201mg/100g爲高；不同海拔中較低海拔之硫含量顯著高於較高海拔；植株各部位之硫含量介於122～295mg/100g之間，以花與果最高，根部及葉部次之，莖枝之硫含量明顯偏低。

在磷（P）含量方面，兩種柴胡品種介於384～398mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之磷

含量較10個月生略高；不同海拔中以較低海拔之磷含量略高於較高海拔；植株各部位之磷含量介於241～569mg/100g之間，以花與果及根部最高，葉部及莖枝之磷含量明顯偏低。

表11. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡主要礦物質含量之影響

Table 11. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the macro element content of *Bupleurum* spp.

Treatment	S	P	K	Ca	Mg
	mg/100g dry basis				
			Variety		
Tainung NO. 1	282b[z]	398a	1,372a	1,075a	262a
B. kaoi	232a	384a	1,408a	1,306a	184b
			Harvesting date		
6 month	246a	409a	1,635a	1,005a	207a
10 month	201b	405a	1,218b	1,289a	231a
			Elevation		
85 m	231a	337a	1,660a	851a	218a
850 m	163b	301a	1,128b	1,242a	215a
			Plant pary		
Leaf	230b	315b	1,706a	2,227a	208b
Stem	122c	241b	1,202b	639c	130c
Root	247b	499a	1,162b	534c	326a
Flower & Fruit	295a	569a	1,539a	1,448b	229b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在鉀（K）含量方面，兩種柴胡品種介於1,372～1,408mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之鉀含量1,635mg/100g，顯著較10個月生之1,218mg/100g爲高；不同海拔中較低海拔之鉀含量顯著高於較高海拔；植株各部位之鉀含量介於1,162～1,706mg/100g之間，以葉部及花與果最高，莖枝及根部之鉀含量明顯偏低。

在鈣（Ca）含量方面，兩種柴胡品種介於1,075～1,306mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之鈣含量1,289mg/100g，較6個月生之1,005mg/100g略高；不同海拔中以較高海拔之鈣含量略高於較低海拔；植株各部位之鈣含量介於534～2,227mg/100g之間，以葉部最高，花與果次之，莖枝及根部之鈣含量明顯偏低。

在鎂（Mg）含量方面，兩種柴胡品種介於184～262mg/100g之間，臺農1號之含鎂量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以10個月生之鎂含量較6個月生略高；不同海拔中較低海拔之鎂含量略高於較高海拔；植株各部位之鎂含量介於130～326mg/100g之間，以根部最高，花與果及葉部次之，葉枝之鎂含量明顯偏低。

七、兩種柴胡植株微量元素含量之比較

柴胡植株七種微量元素含量之比較結果列於表12。

在鐵（Fe）含量方面，兩種柴胡品種介於44～67mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之鐵含

量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之鐵含量顯著低於較高海拔；植株各部位之鐵含量介於28～107mg/100g之間，以根部最高，明顯較葉部、花與果及根部之鐵含量爲高。

在錳（Mn）含量方面，兩種柴胡品種介於6.0～6.6mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之錳含量較10個月生略高；不同海拔中以較高海拔之錳含量略高於較低海拔；植株各部位之錳含量介於3.22～9.77mg/100g之間，以葉部最高，花與果及根部次之，莖枝之錳含量明顯偏低。

表12. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡微量元素含量之影響

Table 12. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the micro element content of *Bupleurum* spp.

Treatment	Fe	Mn	Cu	Zn	B	Ni	Co
	mg/100g dry basis						
			Variety				
Tainung NO. 1	67a[z]	6.61a	1.60a	5.14a	2.17a	0.37a	0.07a
B. kaoi	44a	6.02a	1.12a	4.17b	2.27a	0.32a	0.04a
			Harvesting date				
6 month	41a	5.57a	1.41a	4.92a	2.24a	0.35a	0.03a
10 month	37a	4.28a	1.52a	5.16a	1.89a	0.24a	0.03a
			Elevation				
85 m	48b	6.09a	1.62a	4.39a	2.51a	0.39a	0.03a
850 m	96a	8.16a	0.97a	3.86a	2.11a	0.42a	0.09a
			Plant pary				
Leaf	43b	9.77a	0.95b	3.96b	2.29a	0.29a	0.05ab
Stem	28b	3.22c	1.00b	3.68b	1.56a	0.35a	0.03b
Root	107a	5.61b	2.16a	5.89a	2.71a	0.38a	0.10a
Flower & Fruit	37b	6.81b	1.33ab	5.31a	2.40a	0.37a	0.05ab

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在銅（Cu）含量方面，兩種柴胡品種介於1.1～1.6mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之銅含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之銅含量略高於較高海拔；植株各部位之銅含量介於0.95～2.16mg/100g之間，以根部及花與果最高，莖枝及葉部次之。

在鋅（Zn）含量方面，兩種柴胡品種介於4.2～5.1mg/100g之間，臺農 1 號之含鋅量顯著較高於高氏柴胡；不同採收期中以10個月生之鋅含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之鋅含量略高於較高海拔；植株各部位之鋅含量介於3.68～5.89mg/100g之間，以根部及花與果最高，明顯較葉部及莖枝爲高。

在硼（B）含量方面，兩種柴胡品種介於2.2～2.3mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月生之硼含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之硼含量略高於較高海拔；植株各部位之硼含量介於1.56～2.71mg/100g之間。

在鎳（Ni）含量方面，兩種柴胡品種介於0.32～0.37mg/100g之間；不同採收期中以 6 個月之鎳含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之鎳含量略低於較高海拔；植株各部位之鎳含量介於0.29

～0.38mg/100g之間。

在鈷（Co）含量方面，兩種柴胡品種介於0.04～0.07mg/100g之間；不同採收期中6個月生之鈷含量與10個月生同爲0.03mg/100g；不同海拔中較低海拔之鈷含量略低於較高海拔；植株各部位之鈷含量介於0.03～0.10mg/100g之間，以根部較高，莖枝之鈷含量明顯偏低。

此外，兩種柴胡在不同採收期及各部位中皆未含鍺(Ge)。

八、兩種柴胡植株維生素含量之比較

柴胡植株維生素含量之比較結果列於表13。

在 carotene 含量方面，兩種柴胡品種介於 2.0～2.6mg/100g 之間；不同採收期中以10個月生之 carotene 含量較6個月生略高；不同海拔中較低海拔之 carotene 含量略高於較高海拔；植株各部位之 carotene 含量介於0.6～5.7mg/100g之間，以葉部最高，明顯較花與果、根部及莖枝之 carotene 含量爲高。

在 ascorbic acid 含量方面，兩種柴胡品種介於14.3～19.2mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之 ascorbic acid 含量顯著較10個月生爲高；不同海拔中較低海拔之 ascorbic acid 含量顯著高於較高海拔；植株各部位之 ascorbic acid 含量介於10.0～31.4mg/100g之間，以花與果最高，明顯較葉部、莖枝及根部之 ascorbic acid 含量爲高。

表13. 品種、採收期、海拔與部位對柴胡維生素含量之影響

Table 13. Effect of variety, harvest date, elevation and plant part on the vitamin content of *Bupleurum* spp.

Treatment	β-Carotene	Ascorbic acid	B_1	B_2	Niacin
	mg/100g				
			Variety		
Tainung NO. 1	2.00a[z]	19.20a	0.05a	0.07a	2.02a
B. kaoi	2.57a	14.35a	0.12a	0.30a	1.46a
			Harvesting date		
6 month	2.07a	26.31a	0.07a	0.05a	0.25b
10 month	3.11a	12.76b	0.06a	0.18a	4.17a
			Elevation		
85 m	2.40a	19.10a	0.08a	0.08a	0.26a
850 m	1.71a	9.80b	0.14a	0.45a	1.15a
			Plant pary		
Leaf	5.69a	19.58b	0.03b	0.40a	4.78a
Stem	0.59b	10.97b	0.08ab	0.24a	0.38b
Root	0.92b	10.02b	0.16a	0.04a	1.11b
Flower & Fruit	1.75b	31.40a	0.04ab	0a	0.08b

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在 thiamine (B_1) 含量方面，兩種柴胡品種介於0.05～0.12mg/100g之間；不同採收期中以6個月生之 B_1 含量較10個月生略高；不同海拔中較低海拔之 B_1 含量略低於較高海拔；植株各部位之

thiamine 含量介於0.03～0.16mg/100g之間，以根部、花與果及莖枝之 B_1 含量較高，葉部較低。

在 riboflavin (B_2) 含量方面，兩種柴胡品種介於0.07～0.3mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之 B_2 含量較 6 個月生略高；不同海拔中較低海拔之 B_2 含量略低於較高海拔；植株各部位之 B_2 含量介於0～0.4mg/100g之間。

在 niacin 含量方面，兩種柴胡品種介於1.46～2.02mg/100g之間；不同採收期中以10個月生之 niacin 含量顯著較 6 個月生爲高；不同海拔中較低海拔之 niacin 含量略低於較高海拔；植株各部位之 naicin 含量介於0.08～4.78mg/100g之間，以葉部最高，明顯較根部、莖枝及花與果之 niacin 含量爲高。

九、兩種柴胡根部有效成分之比較

兩種柴胡根部在不同採收期及不同海拔有效成分之比較結果列於表14。

在 saikosaponin a (SA) 含量方面，兩種柴胡品種介於16.7～16.8mg/g之間；不同採收期中以 6 個月生之 SA 含量較10個月生略高；不同海拔之 SA 含量介於16.6～16.8mg/g之間。

在 saikosaponin c (SC) 含量方面，兩種柴胡品種介於10.6～10.7mg/g之間；不同採收期中以 6 個月生之 SC 含量較10個月生略高；不同海拔之 SC 含量介於10.3～20.0mg/g之間，以較低海拔之 SC 含量較高。

表14. 品種、採收期與海拔對柴胡 saikosaponin 含量之影響

Table 14. Effect of variety, harvest date and elevation on the saikosaponin content of *Bupleurum* spp.

Treatment	Saikosaponin a	Saikosaponin c	Saikosaponin d	Total
	mg/g			
		Variety		
Tainung NO. 1	16.8a[z]	10.7a	8.3a	35.8
B. kaoi	16.7a	10.6a	9.4a	36.7
		Harvesting date		
6 month	20.0a	13.9a	11.8a	45.7
10 month	18.3a	9.0a	14.1a	41.4
		Elevation		
85 m	16.8a	20.0a	10.7a	47.5
850 m	16.6a	10.3b	7.1a	34.0
		Lona (850m)		
Tainung No. 1	18.7a	12.3a	9.3a	40.3
B. kaoi	20.3a	2.0b	7.9a	30.2
		TARI (85m)		
Tainung No. 1	15.6a	10.2a	8.7a	34.5
B. kaoi	15.9a	9.0a	10.6a	35.5

[z] Means followed by the same letter within the column of each treatment are not significantly different at 5% level by the LSD test.

在 saikosaponin d (SD) 含量方面，兩種柴胡品種介於8.3～9.4mg/g之間，以高氏柴胡之 SD 含量略高；不同採收期中以10個月生之 SD 含量較 6 個月生略高；不同海拔之 SD 含量介於7.1～

10.7mg/g之間，以較低海拔之 SD 含量略高。

在 saikosaponin 之平均總含量方面，品種間以高氏柴胡之總含量較高；不同採收期中以 6 個月生之總含量較10個月生爲高；不同海拔之總含量以較低海拔之平均總含量較高。

在海拔與柴胡品種根部有效成分之交感效應方面，在海拔較高之羅娜試區，臺農 1 號根部 saikosaponin 之平均總含量爲 40.3mg/g，較高於高氏柴胡之 30.2mg/g，其中 SC 之含量，以臺農 1 號之 12.3mg/g 顯著較高於高氏柴胡之 2.0mg/g；臺農 1 號 SD 之含量 9.3mg/g，亦較高氏柴胡之 7.9mg/g 略高；惟臺農 1 號 SA 之含量 18.7mg/g，則略低於高氏柴胡之 20.3mg/g。在本所試區，臺農 1 號根部 saikosaponin 之平均總含量爲 34.5mg/g，略低於高氏柴胡之 35.5mg/g；其中 SA 之含量，臺農 1 號爲 15.6mg/g，略低於高氏柴胡之 15.9mg/g；臺農 1 號 SC 之含量 10.2mg/g，較高氏柴胡之 9.0mg/g 略高；臺農 1 號 SD 含量 8.7mg/g，則略低於高氏柴胡之10.6mg/g。

此外，高氏柴胡之莖部與葉部尚含約 0.08～0.47mg/g 之SC，而臺農 1 號之莖部與葉部亦另含約 0.08～0.26mg/g 之 SA。

討　論

柴胡之發芽率不高[5,9]，如未經處理之柴胡種子之發芽率介於20～57%之間，選取較大粒種子、掌握發芽適溫及採用促進發芽之措施等，將能有效加以改善。本省現有兩種柴胡種子大小之比較，種子千粒重以臺農 1 號之1.336g，較重於高氏柴胡之1.108g。以臺農 1 號種子先經2～10星期之低溫層育處理爲例，其14 mesh 之較大粒種子之發芽率，顯著較 20 mesh 者爲高[10]。在發芽適溫方面，兩種柴胡種子之最佳發芽溫度同爲16°C。在發芽促進試驗方面，未經處理之柴胡種子之發芽率不高，由表 2 之結果可知，以高氏柴胡之發芽率較臺農 1 號爲高；經八星期低溫層育處理後，臺農 1 號種子發芽率爲70.5%，顯著高於高氏柴胡之56.2%；浸種處理對柴胡發芽之促進效果甚佳，高氏柴胡可達81.7%，與臺農 1 號之67.5%差異顯著；利用其他方法[9,18]，如照光、日夜溫差及添加植物生長促進劑等，也有或多或少之促進作用。此外，柴胡之繁殖除了利用種子外，組織培養[7]等方法亦可採用。

柴胡植株各部位皆可供藥用及保健用途。除了傳統藥用之根部外，其他上部莖、葉及花與果之平均收量甚大，可達根部收量之 8 倍高；而且地上各部位與根相同，亦含相當量之營養成分、主要礦物元素、微量元素、維生素以及少量之有效成分等[10,20,26]，此由表10、11、12及13之結果亦可獲得證實，此無疑地將加大臺農 1 號及高氏柴胡全株之利用空間，可提高農友栽培此二種省產柴胡之興趣與收益。

柴胡之初期生長緩慢，栽培地點不可過旱、過濕與太熱，若栽培時間過長，將因管理不易等問題，影響田間存活率、產量及收益，故在生產方面，應愼重選取栽培地點及適時決定採收時間。由本研究之結果可知，於短期如六個月栽培柴胡時（不含育苗時間，約2～3個月），其栽培地點似可選取平地如本所（海拔85m）及較高海拔之山地如羅娜（850m）；若時間長達 1 年以上，則以較高海拔地區如羅娜較佳，因該地溫度較適宜，降雨量較均衡(表16)，且田間存活率較高(表3)。由於柴胡屬多年生之作物，其田間存活率與其生長時期成反比關係，六個月生柴胡之根部產量雖不如較晚採收者，但此時期植株其他部位之產量甚高、田間存活情形較佳及根部產量亦已達一定水準，且 saikosaponin 之平均總含量 6 個月生較10及 3 個月生爲高（表14）。將來若擴大柴胡之生產時，似可不必如一般文獻所謂須種植超過一年以上[19-22]，而可考慮以六個月之時間爲可行之採收時期。

柴胡之有效成分已確知爲 saikosaponin a, c 及 d，其中 a及d經酸分解後，可再轉化爲 saikosaponin b_1 與 b_2。在與 saikosaponin 有關之鎭痛、鎭咳、解熱及肝障害之改善等作用方面，上述成分中，以 a、d、b_1 及 b_2 較爲有效，c 則較無效或幾乎無效[4,16,17]。由表14之結果可知，saikosaponin a 及 c 之含量以臺農 1 號略高，saikosaponin d 之含量及 saikosaponin 之平均總含

量則以高氏柴胡略高，惟差異均不顯著。此外，兩種柴胡在性狀、產量與營養品質等方面互有擅長，很難區分其間之高下，兩者應同爲柴胡屬100種以上植物中之優良品種，值得進行開發與利用工作。

誌 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會（NSC 82-0409-B055-006）及行政院衛生署（DOH 82-CM-054）補助經費，特此致謝。柴胡藥效成分（saikosaponins）分析時，承蒙高雄醫學院林俊清及顏銘宏二位教授提供儀器及指導，併此致謝。

引用文獻

1. 中藥大辭典。1978。柴胡。2816—2825頁。昭人出版社。臺中市。
2. 林宏偉、黃雪芬、楊玲玲、顏焜熒、董大成。1986。肝炎中藥小柴胡湯系方劑對肝障礙之保護作用。中華民國第二屆世界中國醫藥學術大會論文摘要。65—66頁。行政院衛生署。臺北市。
3. 林俊清、陳明豐、吳重慶、張建雄、陳貞吟。1986。生藥的品質評價研究—臺灣產柴胡與進口柴胡對實驗性肝炎治療之比較。中華民國第二屆世界中國醫藥學術大會論文摘要。58—59頁。行政院衛生署。臺北市。
4. 林俊清。1990。生藥柴胡與柴胡劑。鐶寶彩色印刷有限公司。高雄市。
5. 胡敏夫、黃漢津、劉新裕。1987。不同採收期與貯藏法對柴胡種子發芽之影響。中華農業研究 36：267—275。
6. 高木村。1977。我與高氏柴胡—青草集。180—183頁。豐年社。臺北市。
7. 許家言、劉新裕、蔡新聲。1993。三島柴胡臺農一號之組織培養。中華農業研究 42：245—252。
8. 許鴻源。1980。柴胡—中藥材之研究。552—554頁。新醫藥出版社。臺北市。
9. 黃漢津、劉新裕。1987。柴胡種子發芽勢之改良研究。中華農業研究 36：258—266。
10. 劉新裕。1988。不同海拔地區對三島柴胡生育性狀、產量及有效成分 saponin 含量之影響。中華農業研究 37：396—404。
11. 劉新裕、徐原田、胡敏夫、邱善美。1989。三島柴胡臺農 1 號之育成。中華農業研究 38：326—334。
12. 劉新裕、王昭月、李肇昌、李春越。1991。三島柴胡臺農一號之適應能力及其有效利用部位之開發研究。中華農業研究 40：28—36。
13. 賴榮祥。1976。柴胡—原色生藥學。81—85頁。創譯出版社。臺中市。
14. 顏銘宏。1992。臺灣產生藥高氏柴胡的品質評價基礎研究。私立高雄醫學院藥學研究所博士論文。高雄市。
15. Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Methods of Analysis A.O.A.C. 11th ed. Pub. by Association of Official Agricultural Chemists Washington, D. C.
16. Kanazawa, H., Y. Nagata, Y. Matsushima, M. Tomoda and N. Takai. 1993. Determination of acidic saponins in crude drugs by high performance liquid chromatography on ocatdecylsilyl porous glass. J. Chromatogr. 630：408—414.
17. Katakura, M., T. Kimura and I. Endo. 1991. Production of saikosaponins by tissue culture of *Bupleurum falcatum* L. Bioprocess-Eng. Berlin, W. Ger.: Springer-Verlag. Nov v. 7：97—100.
18. Kawatani, T., Y. Kaneki and Y. Momonoki. 1976. Studies on the seed germination of *Bupleurum falcatum* L. I. Influence of the time elapse after seed harvest and light conditions on the germination. Proc. Crop. Sci. Soc. Jap. 45：243—247.
19. Otsuka H., S. Kobayashi and S. Shibata. 1977. Studies on the cultivation of *Bupleurum falcatum* L. Shoyakugaku Zasshi 31：195—197. (in Japanese)
20. Shimokawa, Y. and H. Ohashi. 1980. Relation among cultivation years, root growth and saikosaponin content. Shoyakugaku Zasshi 34：235—238. (in Japanese)
21. Shimokawa, Y., N. Ushio, N. Uno and H. Ohashi. 1980. Effect of temperature on growth, development and saikosaponin content of one-year-old plants. Shoyakugaku Zasshi 34：209—214. (in Japanese)

22. Tanaka, T., E. Sakai, M. Mizuno, T. Kawamura, Y. Hisata, K. Okuda, Y. Noro, X. Z. Zheng and D. Fang. 1988. Cultivation and saponin contents of Guangxi *Bupleurum.* Shoyakugaku Zasshi 42 : 236—239・ (in Japanese)

23. Van Niekerk, P. J. 1982. Determination of Vitamins. In "HPLC in Food Analysis" ed. by R. Macrae, Chapter 8. pp: 187—225. Acad. Press, London, New York.

24. Yamada, H., M. Hirano and H. Kiyohara. 1991. Partial structure of an antiulcer pectic polysaccharide from the roots of *Bupleurum falcatum* L. Carbohydr. Res. 219 : 173—192. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, B. V.

25. Yamada, H., X. B. Sun, T. Matsumoto, K. S. Ra, M. Hirano and H. Kiyohara. 1991. Purification of antiulcer polysaccharides from the roots of *Bupleurum falcatum* Plant Med. 57 : 555—559. Stuttgart, Germany: Georg Thieme Verlag.

26. Yen, M. H., C. C. Lin, C. H. Chuang and S. Y. Liu. 1991. Evaluation of root quality of *Bupleurum* species by TLC scanner and the liver protective effects of "Xiao-chai-hu-tang" prepared using three different *Bupleurum* species. J. Ethnopharm. 34 : 155—165.

Effects of Different Elevations and Harvesting Dates on the Characteristics, Yield, and Component of *Bupleurum* spp. in Taiwan[1]

Sin-Yie Liu[2], Jau-Yueh Wang[3], Huey-Ing Liu[4] and Li-Mei Song[2]

Summary

Experimental data of two *Bupleurum* spp. at three elevations showed that higher elevation (850m) was in favor of the development of leaf weight and root length. On the other hand, low elevation (85m) was beneficial for plant height, root diameter and root weight, however, its field survival rate was less than that of higher elevation. The field results also indicated that all agronomic characters and yield of the six-month old plants after transplanting was superior to those of the three- and ten-month old palnts, except plant height and root weight. By comparing the measured agronomic characters and yield of the two *Bupleurum* spp., the performances of plant weight, stem diameter, stem weight, and leaf width and weight of Tainung No.1 were better than those of *B. Kaoi.* However, tiller number, root diameter and root weight of *B. kaoi* were better than those of Tainung No. 1.

According to the chemical analytical results, *Bupleurum* plants possessed high content of crude protein, fat, fiber, ash, nitrogen free extracted matter, macro and micro elements and some vitamins, no matter what the variety, element and harvesting date were. Analysis of saikosaponin content in the root revealed that *B. Kaoi,* plants cultivated at low elevation and plants harvested at six-month had a slight higher concentration of total saikosaponin than that of Tainung No. 1, plants cultivated at high elevation and plants harvested at three - and ten-month, respectively.

Key words : *Bupleurum* spp., Elevation, Harvesting date, and Component.

---

1. Contribution No. 1798 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior agronomist and project assistant, respectively, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung Hsien, Taiwan, ROC.
3. Research assistant, Office of Plant Germplasm, TARI.
4. Agricultural chemist, Department of Agricultural Chemistry, TARI.